



Palinomorfos Não Polínicos Provenientes de Sedimentos de Superfície de Fundo da Lagoa Comprida, Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ, Brasil

Non-Pollen Palynomorphs from Bottom Surface Sediments of “Lagoa Comprida” Lake, “Restinga de Jurubatiba” National Park, RJ, Brazil

Shana Yuri Misumi^{1,2}; Marcia Aguiar de Barros¹;
Claudia Gutterres Vilela³ & Ortrud Monika Barth^{1,4}

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, Laboratório de Palinologia, Avenida Athos da Silveira Ramos 274, Ilha do Fundão - Cidade Universitária, 21941-916. Rio de Janeiro, RJ, Brasil

² Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

³ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, MicroCentro, Avenida Athos da Silveira Ramos 274, Ilha do Fundão - Cidade Universitária, 21941-916. Rio de Janeiro, RJ, Brasil

⁴ Instituto Oswaldo Cruz, Av. Brasil 4365, 21040-900. Rio de Janeiro, RJ, Brasil

E-mails: smisumi@yahoo.com.br; marcabarros@yahoo.com; vilela@geologia.ufrj.br; barth@ioc.fiocruz.br

Recebido em: 04/06/2018 Aprovado em: 11/07/2018

DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2018_2_344_350

Resumo

Palinomorfos não polínicos (PNPs) são elementos orgânicos encontrados nas preparações para análises palinológicas, excluindo os grãos de pólen. Os PNPs são importantes marcadores paleoambientais e paleoecológicos, complementando estudos em Palinologia do Quaternário. O objetivo do presente trabalho é fornecer material de referência para a identificação de PNPs ocorrentes em ambientes de restinga. Sedimentos de superfície de fundo foram coletados em três pontos ao longo de um *transect* na Lagoa Comprida, no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (PNRJ), Norte Fluminense. No tratamento físico-químico foram utilizados HF, HCl, KOH, acetólise clássica e tamisação por ultrassom em sequência, conforme a metodologia proposta como padrão para sedimentos quaternários. Foram identificados sete PNPs pertencentes aos grupos Algae (3), *Incertae sedis* (1) e Samambaias (3) e suas descrições morfológicas, seus dados ecológicos e seus habitats no PNRJ são apresentados. Os PNPs, especialmente as algas, proveem informações ecológicas locais e, no presente trabalho, indicam um ambiente dulciaquícola, raso e com oscilações de umidade. A presença de esporos de samambaias confirma a influência de umidade local. Tais resultados complementam os dados obtidos pela análise de grãos de pólen e auxiliarão na interpretação e reconstituição ambiental da Lagoa Comprida no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba.

Palavras-chave: palinomorfo não polínico; Lagoa Comprida; Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba

Abstract

Non-pollen palynomorphs (NPP) are organic elements found in preparations for palynological analyses, excluding pollen grains. NPP are important paleoenvironmental and paleoecological indicators, complementing studies in Quaternary Palynology. The present work aims to provide reference material for the identification of NPP occurring in “restinga” environments. Bottom surface sediments were collected at three points along a transect at “Lagoa Comprida” lake, in “Restinga de Jurubatiba” National Park (RJNP), Northern Rio de Janeiro State. For the physicochemical treatment HF, HCl, KOH, classical acetolysis and sonication were used in sequence, accordingly to the methodology proposed as standard for quaternary sediments. Seven NPP were identified (3 Algae, 1 *Incertae sedis* and 3 Ferns) and their morphological descriptions, ecological data and habitats in the RJNP are here presented. NPP, especially algae, provide local ecological information and, in the present work, indicate a shallow, fresh-water environment with humidity oscillations. The presence of fern spores confirms the influence of local humidity. These results integrate those obtained by pollen grains analysis and will help the interpretation and environmental reconstitution of “Lagoa Comprida” lake at “Restinga de Jurubatiba” National Park.

Keywords: non-pollen palynomorph; “Lagoa Comprida” lake; “Restinga de Jurubatiba” National Park

1 Introdução

Palinomorfo é um termo geral, usado para designar elementos que possuem paredes orgânicas, encontrados nas preparações para análises palinológicas (Hesse *et al.*, 2009; Punt *et al.*, 2007). Assim, grãos de pólen, esporos de briófitas, samambaias e licófitas, cistos de dinoflagelados e algas, acritarcas, esporos de fungos, microforaminíferos e quitinozoários são considerados palinomorfos. Com exceção dos grãos de pólen, os grupos previamente citados são os chamados palinomorfos não polínicos (PNPs).

Van Geel (1972, 1976, 1978) iniciou os estudos de PNPs ao analisar esses palinomorfos junto com os grãos de pólen encontrados em preparações palinológicas de turfas holocênicas da Alemanha e Holanda. O autor forneceu fotografias, descrições e informações ecológicas dos macro e microfósseis observados, no qual estão incluídos fungos, algas, fragmentos vegetais e invertebrados, além de alguns de identidade ou origem desconhecida.

Segundo Van Geel (2001), desde a década de 1970/1980, a análise de pólen associada ao estudo dos palinomorfos não polínicos resultou na identificação de microfósseis até então inexplorados e em um aumento na quantidade de indicadores paleoambientais, como as algas, por exemplo, que podem apontar a presença pretérita de locais úmidos e corpos de água doce. Desde então, os PNPs também são considerados nas análises palinológicas como importantes marcadores paleoambientais e paleoecológicos, complementando as informações fornecidas por grãos de pólen em estudos em Palinologia do Quaternário. Uma compilação feita por Miola (2012) da literatura publicada entre 1972 e 2011, relacionada à morfologia de PNPs, suas informações ecológicas e sua aplicação em Palinologia do Quaternário, demonstra o valor da assinatura paleoecológica desses palinomorfos.

O Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (PNRJ), situado no Norte Fluminense, representa o trecho de restinga melhor preser-

vado em toda costa do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Por esta característica, o Parque vem sendo alvo de estudos diversos, incluindo análises palinológicas que visam o conhecimento e a recomposição da flora pretérita (Barros *et al.*, 2015; Luz *et al.*, 2015; Pires, 2015).

O presente trabalho apresenta a descrição morfológica de táxons encontrados em sedimentos de superfície de fundo da Lagoa Comprida, bem como seus dados ecológicos, seus habitats no PNRJ e fotomicrografias, com o objetivo de fornecer material de referência para a identificação de palinomorfos não polínicos ocorrentes em ambientes de restinga.

2 Área de Estudo

O PNRJ está localizado na zona costeira ao norte do Estado do Rio de Janeiro. Abrange os municípios de Quissamã, Carapebus e Macaé, na porção continental da Bacia de Campos. Criado pelo Decreto s/n de 29 de abril de 1998 e com área de 14.922 ha (ICMBio, 2007), é o único parque nacional protegido na forma de restinga e possui grande importância biológica e geológica (Figura 1). Nesta região afloram sedimentos pleistocênicos e holocênicos, que se estendem por toda área emersa da bacia, abrangendo todo o litoral norte fluminense. Trata-se da mais extensa planície quaternária do Estado, com terraços e paleocristas praias formados por areias marinhas pleistocênicas/holocênicas e, entre as cristas praias, áreas inundáveis, algumas alimentadas por rios e lagoas costeiras transversais à costa (Barros *et al.*, 2015; Martin *et al.*, 1993).

O clima da região é tropical sub-úmido a úmido, com umidade relativa média anual de 83% e temperaturas médias de 25°C no verão e 19°C no inverno. A precipitação média anual é de 1300mm, mais concentrada na primavera e no verão. A estiagem se dá nos meses de inverno, porém não há uma estação seca acentuada (Panosso *et al.*, 1998).

Segundo Scarano & Esteves (2004), a Restinga de Jurubatiba apresenta um mosaico de

ecossistemas terrestres e aquáticos, abrangendo formações vegetais abertas em aspecto de ilhas e formações florestais, entremeadas por lagoas de águas doce e salobra.

A Lagoa Comprida está totalmente inserida no complexo de restinga ($22^{\circ} 16' S$; $41^{\circ} 39' O$), sendo considerada um ecossistema natural bem preservado. Possui um padrão dendrítico, com aproximadamente $0,11 \text{ km}^2$ de área e profundidade máxima de $2,5\text{m}$ (Panosso *et al.*, 1998). É uma lagoa de água doce e escura devido aos ácidos húmicos e fúlvicos presentes no solo local (Esteves *et al.*, 1984). Ainda de acordo com estes autores, não são encontrados registros de quaisquer alterações na salinidade da lagoa.

3 Material e Métodos

Os palinomorfos descritos neste trabalho são provenientes de três amostras de sedimentos de superfície do fundo da Lagoa Comprida. O material foi coletado ao longo de um *transect* orientado no sentido SE-NW, na embocadura da segunda ramificação, à nordeste da lagoa, com distância aproximada de 15 metros entre cada um dos pontos amostrados (Figura 1; Tabela 1). A obtenção dos sedimentos foi realizada com o auxílio de um testemunhador de fundo do tipo Van-Veen e as coordenadas dos pontos foram obtidas através de equipamento com GPS (*Ground Position System*).

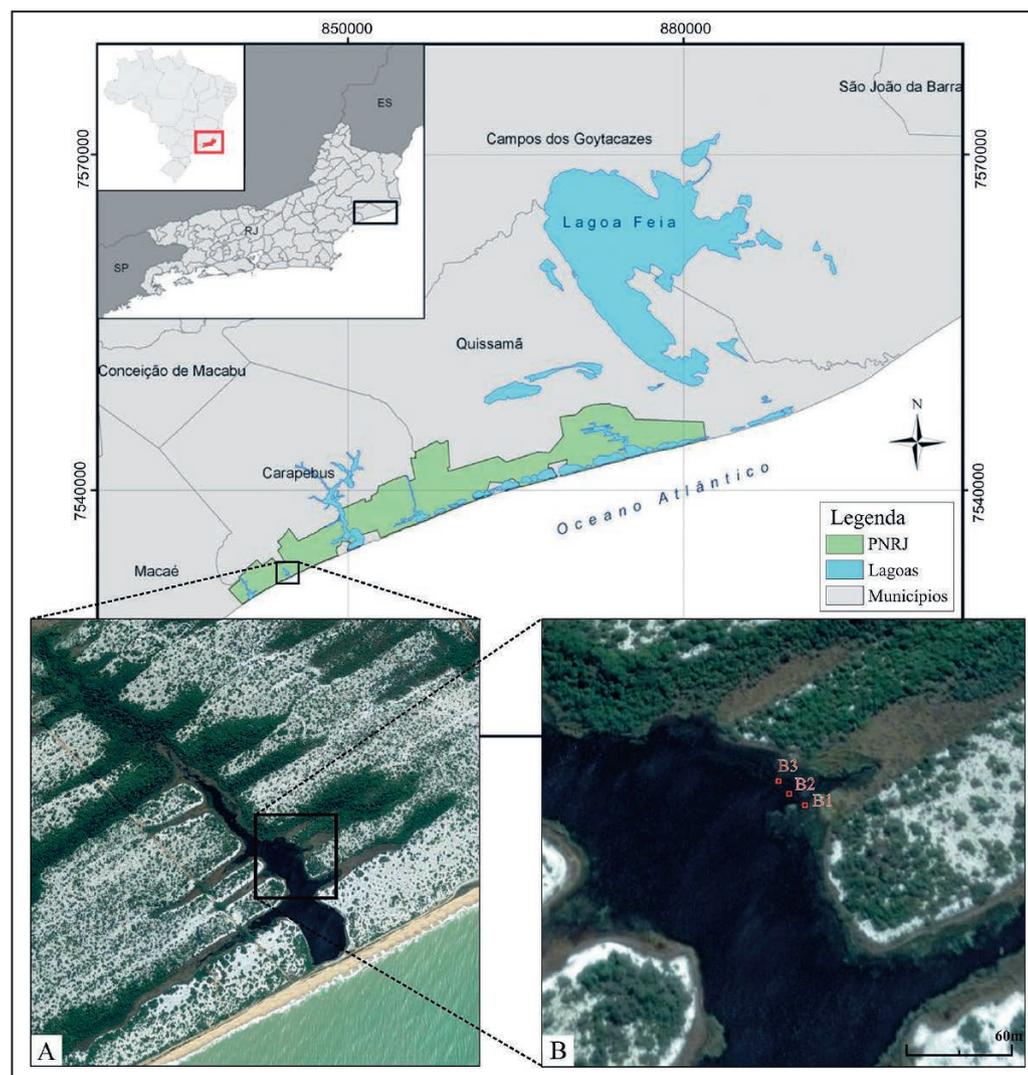


Figura 1 Mapa de localização do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (PNRJ), no Norte do Estado do Rio de Janeiro, com destaque para a Lagoa Comprida (modificado de Rocha, 2013); imagens de satélite mostrando em (A) a Lagoa e em (B) os pontos (B1, B2 e B3) de coleta de sedimentos de superfície de fundo (Disponível em Google Earth-Mapas. Acesso em 10/01/2018).

As amostras foram processadas de acordo com a metodologia proposta como padrão por Ybert *et al.* (1992) para sedimentos quaternários. O material foi tratado sucessivamente com HF a 40%, HCl a 10%, KOH a 10% e acetólise clássica, com posterior tamisação em malha de cinco micrômetros (μm) por ultrassom. Posteriormente foram confeccionadas lâminas permanentes com gelatina glicerizada e lutadas com parafina.

A identificação dos palinomorfos, com base em suas características morfológicas, foi realizada através da comparação com lâminas da coleção de referência de espécies atuais do Laboratório de Palinologia (IGEO/UFRJ) e bibliografia específica (Christopher, 1976; Hooghiemstra, 1984; Lorscheitter *et al.*, 1998, 1999, 2005; Montoya *et al.*, 2012; Van Geel, 2001; Van Geel & Van Der Hammen, 1978; Van Hove & Hendrikse, 1998). Os palinomorfos foram determinados ao nível de gênero ou espécie, sempre que possível.

A ordenação sistemática seguiu diversos autores de acordo com os grupos descritos: Guiry & Guiry (2018) para algas, Christopher (1976) para *Pseudoschizaea* e Flora do Brasil 2020 para samambaias. Os palinomorfos estão apresentados em ordem alfabética por família dentro de cada grupo, com suas descrições morfológicas e fotomicrografias. Estas se encontram na mesma escala, conforme indicação nas figuras. Os dados ecológicos dos organismos de origem dos palinomorfos foram retirados da literatura consultada e citada para cada palinomorfo. As informações sobre os habitats que os táxons ocupam dentro do PNRJ são provenientes de Costa & Dias (2001). A terminologia usada para a descrição da morfologia de esporos de samambaias baseou-se nos glossários de Barth & Melhem (1988) e Punt *et al.* (2007).

| | Amostras | Coordenadas |
|----------|----------|-------------------------------------|
| transect | B1 | 22° 16' 39,27" S / 41° 39' 24,74" W |
| | B2 | 22° 16' 38,99" S / 41° 39' 25,11" W |
| | B3 | 22° 16' 38,67" S / 41° 39' 25,36" W |

Tabela 1 Códigos e coordenadas geográficas das três amostras de sedimento de superfície de fundo coletadas da Lagoa Comprida.

4 Resultados

ALGAE

Família Botryococcaceae Wille

Botryococcus Kützing (Figura 2 A) – Alga colonial de tamanho variável, composta por células densas, arredondadas e dispostas de forma concêntrica (Van Geel, 2001).

Dados ecológicos: normalmente em água doce, mas pode ocorrer também em locais com salinidade variável; largamente presente em regiões tropicais a temperadas, tolerante a clima frio sazonal (Van Geel, 2001.).

Habitat no PNRJ: plâncton na Lagoa Comprida.

Família Zygnemataceae Kützing

Spirogyra Link (Figura 2 B) – Zigósporo elipsoidal, alongado, hialino; superfície com leve ornamentação (Van Geel & Van Der Hammen, 1978; Van Hove & Hendrikse, 1998).

Dados ecológicos: em ambientes rasos e estagnados de água doce e em solos úmidos (Van Geel & Van Der Hammen, 1978).

Habitat no PNRJ: metafiton na Lagoa Comprida.

Zygnema C. Agardh (Figura 2 C) – Zigósporo esférico, hialino; superfície com reentrâncias arredondadas de tamanhos variados e regularmente distribuídas (Van Geel & Van Der Hammen, 1978; Van Hove & Hendrikse, 1998).

Dados ecológicos: semelhante a *Spirogyra*.

Habitat no PNRJ: sem registro.

INCERTAE SEDIS

Pseudoschizaea Thiegart and Frantz *ex* R. Potonié **emend.** Christopher (Figura 2 D) – Estrutura circular, hialina, com estrias finas formando anéis concêntricos e/ou espiralados (Christopher, 1976).

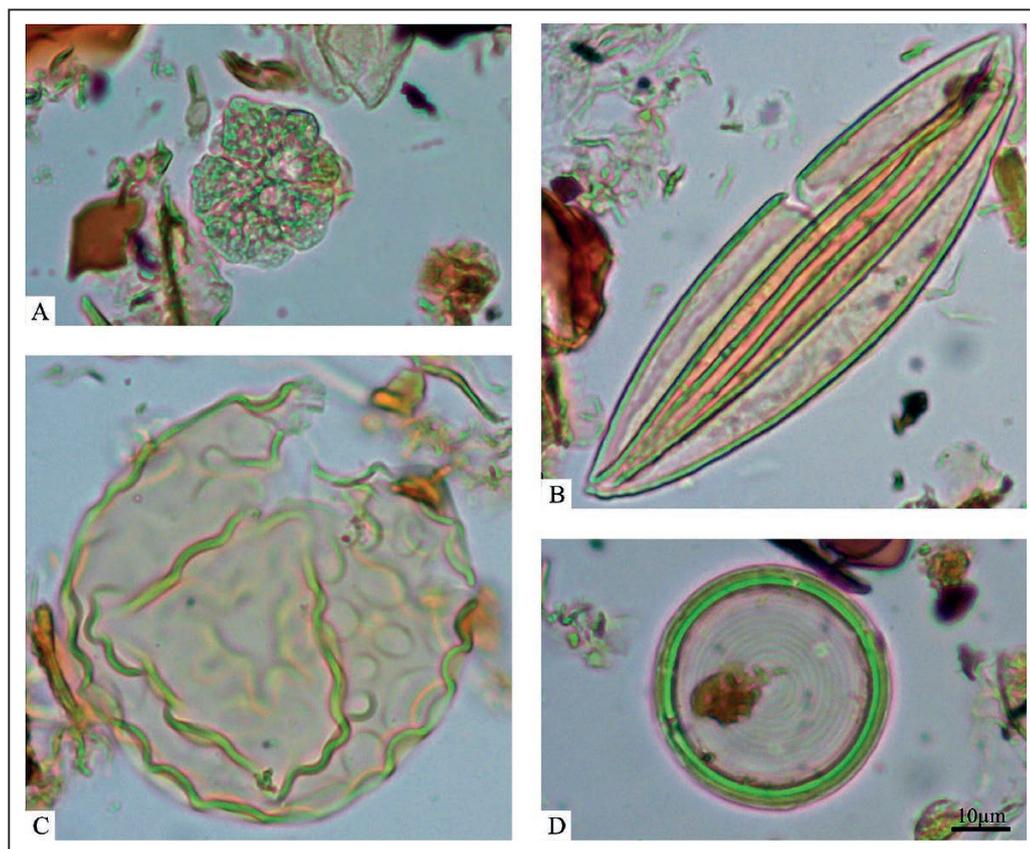


Figura 2 Fotomicrografias de Algae: A. Botryococcaceae: *Botryococcus*; B-C. Zygnemataceae: B. *Spirogyra*, C. *Zygnema*; D. *Incertae sedis*: *Pseudoschizaea*.

Dados ecológicos: em água doce, solos úmidos e regiões quentes com fortes oscilações de umidade (Christopher, 1976; Scott, 1992). De origem algal e afinidade botânica incerta, segundo Rossignol (1962 *apud* Christopher, 1976), mas Scott (1992) sugere que pode ser produto de organismos invertebrados.

Habitat no PNRJ: sem registro.

SAMAMBAIAS

Família Cyatheaceae Kaulf.

Cyathea J.Sm. (Figura 3 A) – Esporo médio a grande, heteropolar, subtriangular em vista polar; trilete; superfície verrugosa. Laesura com comissuras finas e longas, sem margem (Lorscheitter *et al.*, 1999).

Dados ecológicos: hábito arbóreo; em áreas úmidas de quase todas as formações vegetais (Flora do Brasil 2020; Lorscheitter *et al.*, 1999).

Habitat no PNRJ: mata periodicamente inundada.

Família Polypodiaceae J.Presl

Polypodiaceae (Figura 3 B) – Esporo médio, heteropolar, plano-convexo em vista equatorial; monolete; superfície verrugosa. Laesura linear, larga e curta, sem margem (Lorscheitter *et al.*, 2005).

Dados ecológicos: hábito herbáceo; em áreas abertas ou sombreadas em quase todas as formações vegetais, desde o nível do mar até regiões de altitude (Flora do Brasil 2020; Lorscheitter *et al.*, 2005).

Habitat no PNRJ: formações pós-praia, de *Clusia* e de Ericaceae, na mata periodicamente inundada e nas margens das lagoas.

Família Schizaeaceae Kaulf.

Actinostachys pennula (Sw.) Hook. (= *Schizaea pennula* Sw.) (Figura 3 C) – Esporo muito grande, heteropolar, plano-convexo em vista equatorial; monolete; superfície foveolada (Lorscheitter *et al.*, 1998).

Dados ecológicos: hábito herbáceo; em brejos, áreas antrópicas ou campestres, florestas ombró-

filas, restinga e sobre afloramentos rochosos (Flora do Brasil 2020; Lorscheitter *et al.*, 1998).

Habitat no PNRJ: formação de Ericaceae.

5 Considerações Finais

Nas análises palinológicas de sedimentos de superfície de fundo da Lagoa Comprida foram identificados sete palinomorfos não polínicos pertencentes aos grupos Algae (3), *Incertae sedis* (1) e Samambaias (3). Os PNP, especialmente as algas, proveem informações ecológicas locais e, no presente trabalho, indicam um ambiente dulciaquícola, raso e com oscilações de umidade. A presença de esporos de samambaias confirma a influência de umidade local. Tais resultados complementam os dados obtidos pela análise de grãos de pólen e auxiliarão na interpretação e reconstituição am-

biental da Lagoa Comprida no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba.

6 Agradecimentos

As autoras agradecem ao Prof. Dr. Felipe Mesquita de Vasconcellos (UFRJ), ao guia João Marcelo (NUPEM/UFRJ) e a Gabriel Aguiar Soares Costa pela cooperação na coleta do material; ao Prof. Dr. Maurício Mussi Molisani (NUPEM/UFRJ) por ceder o testemunhador de fundo; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela Bolsa de Doutorado concedida a S.Y. Misumi (processo nº 141652/2015-2), pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa concedida a O.M. Barth (processo nº 304067/2013-0) e pelo auxílio ao Laboratório de Palinologia - IGEO/UFRJ (processo nº 486239/2012-8).

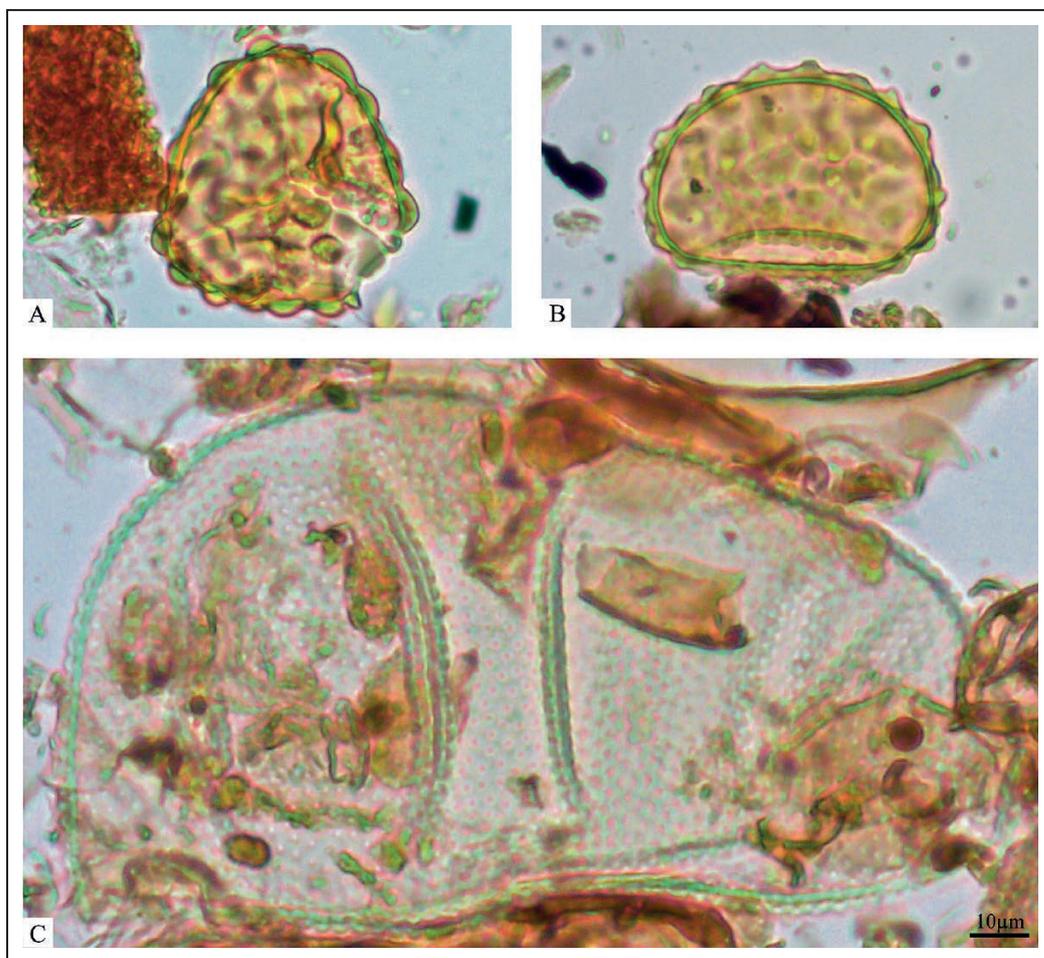


Figura 3 Fotomicrografias de esporos de samambaias:
A. Cyatheaceae:
Cyathea;
B. Polypodiaceae;
C. Schizaeaceae: *Actinostachys pennula*.

**Palinóforos Não Polínicos Provenientes de Sedimentos de Superfície de
Fundo da Lagoa Comprida, Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ, Brasil**
Shana Yuri Misumi; Marcia Aguiar de Barros; Claudia Gutterres Vilela & Ortrud Monika Barth

7 Referências

- Barros, M.A.; Vasconcellos, F.P.; Misumi, S.Y.; Luz, C.F.P. & Barth, O.M. 2015. Datações radiométricas e análise palinológica em sedimentos turfosos do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 15, Imbé, 2015. *Anais*, Imbé, CECLIMAR/IBIO/UFRGS, p. 24-25.
- Barth, O.M. & Melhem, T.S. 1988. *Glossário Ilustrado de Palinologia*. Campinas, Editora da UNICAMP. 75p.
- Christopher, R.A. 1976. Morphology and taxonomic status of *Pseudoschizaea* Thiegart and Frantz ex P. Potonié emend. *Micropaleontology*, 22(2): 143–150.
- Costa, A.F. & Dias, I.C.A. (eds.). 2001. *Flora do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e arredores, Rio de Janeiro, Brasil: listagem, florística e fitogeografia*. Rio de Janeiro, Museu Nacional. 200p.
- Esteves, F.A.; Ishii, I.H. & Camargo, A.F.M. 1984. Pesquisas limnológicas em 14 lagoas do litoral do Estado do Rio de Janeiro. In: LACERDA, L.D.; ARAÚJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R. & TURCQ, B. (eds.). *Restingas: Origem, Estrutura e Processos*. CEUFF, p. 441-452.
- Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 2017/2018.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2018. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Disponível em: <<http://www.algaebase.org/>>. Acesso em: 2018.
- Hesse, M.; Halbritter, H.; Zetter, R.; Weber, M.; Buchner, R.; Frosch-Radivo, A. & Ulrich, S. 2009. *Pollen terminology - An illustrated handbook*. Nova York, SpringerWien. 261 p.
- Hooghiemstra, H. 1984. Vegetational and climatic history of the high plain of Bogotá, Colombia: A continuous record of the last 3.5 million years. In: VAN DER HAMMEN, T. (ed.). *The Quaternary of Colombia*. Amsterdam, J. Cramer, v.10, 368p.
- ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2017. Plano de manejo do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba - Versão final.
- Lorscheitter, M.L.; Ashraf, A.R.; Bueno, R.M. & Mosbrugger, V. 1998. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil, Part I. *Palaeontographica*, 246(1-3): 1- 113.
- Lorscheitter, M.L.; Ashraf, A.R.; Windisch, P.G. & Mosbrugger, V. 1999. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil, Part II. *Palaeontographica*, 251(4-6): 71-235.
- Lorscheitter, M.L.; Ashraf, A.R.; Windisch, P.G. & Mosbrugger, V. 2005. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil, Part V. *Palaeontographica*, 270(1-6): 1-180.
- Luz, C.F.P.; Pires, C.L.A.; Barros, M.A.; Vasconcellos, F.M.; Vilela, C.G. & Barth, O.M. 2015. Registro palinológico de *Clusia lanceolata* Cambess no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Rio de Janeiro, Brasil, durante o Holoceno médio. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 15, Imbé, 2015. *Anais*, Imbé, CECLIMAR/IBIO/UFRGS, p. 30-31.
- Martin, L.; Suguio, K. & Flexor, J.M. 1993. As flutuações de nível do mar durante o Quaternário superior e a evolução geológica de “deltas” brasileiros. *Boletim IG-USP, Publicação Especial*, 15: 1-186.
- Miola, A. 2012. Tools for non-pollen palynomorphs (NPPs) analysis: A list of Quaternary NPP types and reference literature in English language (1972-2011). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 186: 142–161.
- Montoya, E.; Rull, V. & Vegas-Vilarrúbia, T. 2012. Non-pollen palynomorph studies in the neotropics: The case of Venezuela. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 186: 102-130.
- Panosso, R.F.; Attayde, J.L. & Muehe, D. 1998. Morfometria das Lagoas Imboassica,
- Cabiúnas, Comprida e Carapebus: Implicações para seu funcionamento e manejo. In:
- ESTEVES, F.A. (ed.). *Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do município de Macaé (RJ)*. NUPEM/ UFRJ, p. 91-108.
- Pires, C.L.A. 2015. *Dinâmica temporal da vegetação em área de restinga do Parque Nacional de Jurubatiba, Rio de Janeiro, com base em microfósseis*. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo. Dissertação de Mestrado, 150 p.
- Punt, W.; Hoen, P.P.; Blackmore, S.; Nilsson, S. & Le Thomas, A. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143: 1-81.
- Rocha, T.B. 2013. *A planície costeira meridional do Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul (RJ) - arquitetura deposicional e evolução da paisagem durante do Quaternário Tardio*. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado, 178p.
- Scarano, F.R. & Esteves, F.A. 2004. Pesquisas ecológicas de longa duração na Restinga de Jurubatiba: Hipótese central, estratégia de pesquisa e perspectivas. In: ROCHA, C.F.D.; ESTEVES, F.A. & SCARANO, F.R. (eds.). *Pesquisas de Longa Duração na Restinga de Jurubatiba: Ecologia, História Natural e Conservação*. 1ed. Editora RiMa, p. 15-22.
- Scott, L. 1992. Environmental implications and origin of microscopic *Pseudoschizaea* Thiegart and Frantz ex R. Potonié emend. in sediments. *Journal of Biogeography*, 19(4): 349-354.
- Van Geel, B. 1972. Palynology of a section from the raised peat bog Wietmarscher Moor, with special reference to fungal remains. *Acta Botanica Neerlandica*, 21(3): 261–284.
- Van Geel, B. 1976. Fossil spores of Zygnemataceae in ditches of a pre-historic settlement in Hoogkarspel (The Netherlands). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 22: 337–344.
- Van Geel, B. 1978. A palaeoecological study of Holocene peat bog sections in Germany and The Netherlands, based on the analysis of pollen, spores and macro- and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 25(1): 1-120.
- Van Geel, B. 2001. Non-pollen palynomorphs. In: SMOL, J.P.; BIRKS, H.J.B. & LAST, W.M. (eds.). *Tracking environmental change using lake sediments. Volume 3: Terrestrial, Algal and Siliceous indicators*. Kluwer Academic Publishers.
- Van Geel, B. & Van Der Hammen, T. 1978. Zygnemataceae in Quaternary Colombian sediments. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 25: 377-392.
- Van Hove, M.L. & Hendrikse, M. 1998. A study of non-pollen objects in pollen slides (the types as described by Dr Bas van Geel and colleagues). Utrecht (unpublished).
- Ybert, J.-P.; Salgado-Labouriau, M.L.; Barth, O.M.; Lorscheitter, M.L.; Barros, M.A.; Chaves, S.A.M.; Luz, C.F.P.; Ribeiro, M.; Scheel, R. & Vicentini, K.R.F. 1992. Sugestões para padronização da metodologia empregada para estudos palinológicos do Quaternário. *Revista do Instituto Geológico*, 13: 47-49.